

## (12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
2. August 2001 (02.08.2001)

PCT

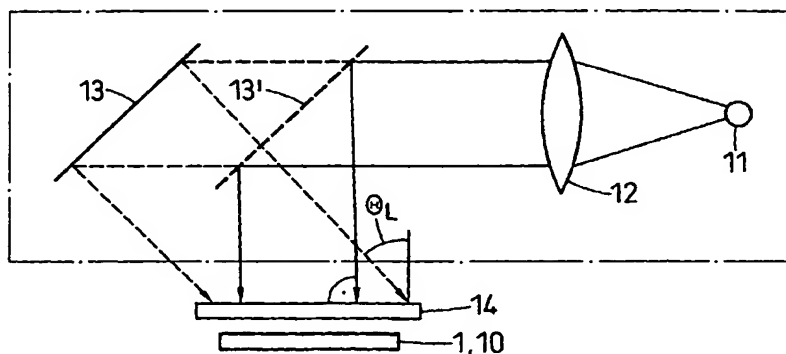
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 01/55760 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G02B 6/34 (72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MAISENHÖLDER, Bernd [DE/CH]; Schindlersteig 1, CH-8006 Zürich (CH). EDLINGER, Johannes [AT/AT]; Letzestrasse 1, A-6820 Frastanz (AT). HEINE, Claus [DE/CH]; Rabengasse 10, CH-7000 Chur (CH). PAWLAK, Michael [DE/DE]; Andelsbacherstrasse 5, 79725 Laufenburg (DE). DUVE-NECK, Gert [DE/DE]; Ezmattenweg 34, 79189 Bad Krozingen (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH01/00060
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
26. Januar 2001 (26.01.2001)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
160/00 27. Januar 2000 (27.01.2000) CH
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): UNAXIS BALZERS AKTIENGESELLSCHAFT [LI/LI]; FL-9496 Balzers (LI).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A GRID STRUCTURE, AN OPTICAL ELEMENT, AN EVANESCENCE FIELD SENSOR PLATE, A MICROITITRE PLATE AND AN OPTICAL COMMUNICATION ENGINEERING COUPLER AS WELL AS A DEVICE FOR MONITORING A WAVELENGTH

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER GITTERSTRUKTUR, OPTISCHES ELEMENT, EVANESZ-ENTFELDSSENSORPLATTE, MIKROTTITERPLATTE UND NACHRICHTENTECHNISCHER OPTISCHER KOPPLER SOWIE VORRICHTUNG ZUR ÜBERWACHUNG EINER WELLENLÄNGE



(57) Abstract: The aim of the invention is to produce a coupling grid that is designed as a line grid having a grid period between 100 nm and 2,500 nm. A substrate (1) is covered with a photosensitive resist layer (10) and is exposed by means of a mercury discharge lamp (11) via a deviation mirror (13, 13') and through a phase mask (14) and approximately under the Littrow angle ( $\Theta_L$ ) or  $0^\circ$ . Said layer is arranged in the near field of the phase mask. Said substrate is then structured by means of reactive ion etching and is provided with a transparent layer by means of reactive DC magnetron sputtering, especially pulsed DC sputtering or AC superimposed DC sputtering. The phase mask (14) has previously been structured according to the laser two beam interference method. The inventive method is suitable for producing optical elements, especially evanescence field sensor plates and optical couplers for communication engineering, as very precise grids even having great dimensions can be produced. Said optical elements can be especially used as filters for wavelength multiplexing in optical fibre networks.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,  
MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL,  
TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

- (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

**(57) Zusammenfassung:** Zur Herstellung eines als Liniengitter mit einer Gitterperiode zwischen 100 nm und 2'500 nm ausgebildeten Koppelgitters wird ein Substrat (1) mit einer Photolackschicht (10) bedeckt und mittels einer Quecksilberdampf Lampe (11) über einen Umlenkspiegel (13, 13') durch eine Phasenmaske (14), in deren Nahfeld sie angeordnet ist, etwa unter dem Lithrow-Winkel ( $\Theta_L$ ) oder unter  $0^\circ$  belichtet, dann durch reaktives Ionenätzen strukturiert und durch reaktives DC-Magnetron-Sputtern, insbesondere gepulstes DC-Sputtern oder AC-überlagertes DC-Sputtern mit einer transparenten Schicht versehen. Die Phasenmaske (14) wird vorgängig im Laser-Zweistrahlinterferenzverfahren strukturiert. Da sehr präzise Gitter auch grosser Abmessungen hergestellt werden können, eignet sich das Verfahren zur Herstellung optischer Elemente, insbesondere Evaneszenzfeldsensorplatten und optischer Koppler für die Nachrichtentechnik, die insbesondere als Filter für das Wellenlängen-Multiplexen in Glasfasernetzen eingesetzt werden können.

## B E S C H R E I B U N G

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER GITTERSTRUKTUR,  
OPTISCHES ELEMENT, EVANESZENTFELDSSENSORPLATTE,  
MIKROTITERPLATTE UND NACHRICHTENTECHNISCHER OPTISCHER  
5 KOPPLER SOWIE VORRICHTUNG ZUR ÜBERWACHUNG EINER  
WELLENLÄNGE

## Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung  
mindestens einer zusammenhängenden Gitterstruktur gemäss dem  
10 Oberbegriff des Anspruchs 1, ein mittels des  
erfindungsgemässen Verfahrens hergestelltes optisches  
Element sowie eine Evaneszentfeldsensorplatte und eine  
Mikrotiterplatte und einen nachrichtentechnischen optischen  
Koppler, ausserdem eine einen derartigen Koppler enthaltende  
15 Vorrichtung zur Ueberwachung einer Wellenlänge.

Das erfindungsgemässe Verfahren eignet sich zur Herstellung  
optischer Elemente mit Gitterstrukturen. Nach dem Verfahren  
hergestellte Evaneszentfeldsensorplatten und  
Mikrotiterplatten können in der chemischen und  
20 molekularbiologischen Analyse eingesetzt werden. Die  
Einsatzmöglichkeiten für optische Koppler liegen in der  
Nachrichtentechnik, insbesondere im Bereich der  
Informationsübertragung über Fasernetze. Ein möglicher  
Einsatz eines bestimmten erfindungsgemässen Kopplers liegt  
25 im Einsatz in einer Vorrichtung zur Ueberwachung der  
Wellenlänge von Laserlicht in einem Fasernetz.

### Stand der Technik

Aus EP-A-0 602 829 ist ein Verfahren zur Herstellung einer Gitterstruktur auf einem Substrat z. B. für einen DBR-Halbleiterlaser bekannt, bei welchem zuerst eine Phasenmaske hergestellt wird und anschliessend das Substrat, z. B. InP, unter dem Lithrow-Winkel durch die Phasenmaske hindurch belichtet wird. Die Belichtung kann mittels einer Hg-Xe-Bogenlampe mit einem Durchmesser der Lichtquelle von 0,25 mm erfolgen, wobei drei Linien von um 365 nm Wellenlänge herausgefiltert werden. Das Substrat befindet sich im Nahfeld der Phasenmaske, d. h. in einer Entfernung von höchstens 10  $\mu\text{m}$ .

Zur Herstellung der Phasenmaske wird ein Quarzsubstrat mit drei Schichten, einer Photoresistschicht, einer dünnen Germaniumschicht und schliesslich einer Schicht eines elektronenstrahlempfindlichen Resist bedeckt. Anschliessend wird die oberste Schicht durch Elektronenstrahlschreiben, Entwicklung der obersten Schicht und Entfernen der nichtbelichteten Teile strukturiert. Die Struktur wird durch reaktives Ionenätzen, zuerst mit  $\text{CF}_3\text{Br}$  und dann  $\text{O}_2$  auf die darunterliegenden Schichten übertragen und schliesslich durch einen weiteren Schritt reaktiven Ionenätzens auf das Quarzsubstrat selbst, worauf die Reste der Schichten entfernt werden. Die Gitterperiode kann z. B. zwischen 190 nm und 250 nm liegen. Die Phasenmaske kann mehrere Zentimeter lang sein und das Gitter kann sich über ihre ganze Länge erstrecken. Die Länge der Linien beträgt allerdings in der Regel nur 5-20  $\mu\text{m}$ . Grössere Längen sind möglich, erfordern aber sehr lange Bearbeitungszeiten. In der Praxis sind Gitter von mehr als 1  $\text{mm}^2$  kaum mit vernünftigem Aufwand und guter Genauigkeit herzustellen.

Insbesondere sind Versetzungsfehler beim Elektronenstrahl-schreiben kaum zu vermeiden.

Aus der US-A-5 675 691 ist eine Platte bekannt, auf der Koppelgitter hergestellt werden, indem auf ein Substrat aus  
5 Glas, insbesondere Quarzglas, Keramik oder vorwiegend  
organischem Material eine Schicht aus  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ,  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  
 $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ , Nitrid oder Oxynitrid von Al, Si oder Hf  
aufgebracht wird, wobei eine Zwischenschicht von 20 nm Dicke  
z. B. aus  $\text{SiO}_2$  vorgesehen sein kann, und durch Ablation oder  
10 Veränderung des Brechungsindex mittels Belichtung durch zwei  
überlagerte Strahlen eines Excimer-Lasers oder durch einen  
von einer Maske modifizierten Strahl strukturiert wird.  
Statt dessen kann auch eine Zwischenschicht, z. B. aus  $\text{TiO}_2$ ,  
bei der die Ablationsschranke tiefer liegt, strukturiert  
15 werden, die entweder auf die Schicht oder direkt auf das  
Substrat aufgebracht und in letzterem Fall nach der  
Strukturierung mit der Schicht überlagert wird. Die  
Gitterperioden liegen beispielsweise bei 375 nm oder 440 nm.  
Die Gitterfläche ist frei wählbar und kann z. B. 1 mm × 1 mm  
20 oder 8 mm × 8 mm betragen.

Aus US-A-5 822 472 ist eine Evaneszentfeldsensorplatte für  
chemische Analysen bekannt, die auf einem Träger aus  
Kunststoff, Glas oder Quarz eine Schicht von 40 nm bis  
160 nm Dicke aus  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ,  $\text{HfO}_2$  oder  $\text{ZrO}_2$   
25 trägt. Dazwischen kann eine Zwischenschicht aus nicht  
lumineszierendem Material von niedrigem Brechungsindex,  
z. B. Quarz von beispielsweise 100 nm Dicke angeordnet sein,  
die zugleich als Haftvermittler dient. Es sind ein  
Einkoppelgitter und ein Auskoppelgitter vorgesehen, welche  
30 mit bekannten photolithographischen oder holographischen und  
Ätzverfahren entweder im Träger oder in der Schicht  
angelegt sind und eine Gitterperiode von zwischen 200 nm und

1'000 nm aufweisen. Die Gitter können Dimensionen von 2 mm (linienparallel) × 4 mm aufweisen bei einer Gesamtfläche der Wellenleiterplatte von 12 mm × 20 mm.

Aus J. Dübendorfer, R. E. Kunz: 'Compact integrated optical immunosensor using replicated chirped grating coupler sensor chips', Applied Optics 37/10 (1. 4. 1998) ist eine weitere Evaneszentfeldsensorplatte bekannt mit einer Trägerplatte aus Polycarbonat, in welche ein moduliertes Einkoppelgitter mit zwischen 420 nm und 422,8 nm variierender Gitterperiode und ein Auskoppelgitter mit zwischen 595,1 nm und 600,8 nm variierender Gitterperiode eingeprägt wurde. Anschliessend wurde mittels Niedertemperatur-DC-Magnetron-Sputterns eine Schicht aus TiO<sub>2</sub> mit einer Dicke von 137 nm und einem Brechungsindex von 2,346 aufgebracht und schliesslich die Evaneszentfeldsensorplatte silanisiert. Der Einkoppelwinkel liegt bei -9,5°, der Auskoppelwinkel bei 22,5°.

US-A-5 738 825 ist eine Mikrotiterplatte entnehmbar, an deren Unterseite eine Schicht von 20 nm bis 1'000 nm, vorzugsweise 30 nm bis 500 nm Dicke aus TiO<sub>2</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, HfO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Nitrid oder Oxynitrid von Al, Si oder Hf angebracht und von einer Kunststoffschicht bedeckt ist. Unterhalb jeder Kavität sind Ein- und Auskoppelgitter angebracht. Die Gitter weisen eine Gitterperiode von zwischen 330 nm und 1'000 nm, insbesondere ca. 400 nm bis 800 nm auf und sind mit lithographischen oder mechanischen Methoden hergestellt.

Aus der CH-A-688 165 ist eine Wellenleiterplatte bekannt mit einem Substrat aus Kunststoff, z. B. Polycarbonat, dessen Oberfläche mechanisch - durch Tiefziehen, Prägen oder beim Spritzgiessen desselben - strukturiert, insbesondere mit einem Koppelgitter versehen wurde und eine durch ein PVD-

Verfahren aufgebrachte Schicht aus  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ - $\text{TiO}_2$ ,  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ , Siliziumnitrid, Oxinitrid,  $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ,  $\text{HfO}_x\text{N}_y$ ,  $\text{AlO}_x\text{N}_y$ ,  $\text{TiO}_x\text{N}_y$ ,  $\text{MgF}_2$  oder  $\text{CaF}_2$  trägt. Zur Verminderung der Dämpfungsverluste ist eine vor der Schicht  
5 auf das Substrat aufgebrachte ca. 20 nm dicke Zwischenschicht aus einem anorganischen dielektrischen Material wie  $\text{SiO}_2$  vorgesehen, die zugleich als Haftvermittler dient.

Alle oben beschriebenen Platten sind nach Verfahren  
10 hergestellt, mit denen keine befriedigende Gleichmässigkeit des Koppelgitters zu erzielen ist, so dass der Koppelwinkel verhältnismässig stark schwankt. Dies führt dazu, dass beim Gebrauch als Evaneszentfeldsensorplatte die relative Winkellage des Belichtungsgeräts und der Platte bei jedem  
15 Schritt aufwendig optimiert werden muss. Beim Gebrauch als optischer Koppler in der Nachrichtentechnik sind die Filtereigenschaften unbefriedigend und beispielsweise zum selektiven Herausfiltern einer Wellenlänge aus einer Gruppe sehr nahe beieinanderliegender Wellenlängen nicht  
20 ausreichend. Einige der beschriebenen Verfahren sind auch sehr aufwendig oder gestatten keine sehr grossen Stückzahlen bei gleichbleibender Qualität.

### Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren  
25 anzugeben, welches die Herstellung, insbesondere die Serienherstellung von Gitterstrukturen mit grosser Präzision und mit verhältnismässig geringem Aufwand gestattet. Diese Aufgabe wird durch die Merkmale im Kennzeichen des Anspruchs 1 gelöst. Mit dem erfindungsgemässen Verfahren sind auch  
30 grossflächige, insbesondere linienparallel lange zusammenhängende Gitterstrukturen mit durchgehend grosser

Präzision einfach und kostengünstig herstellbar. Ausserdem ist eine weitgehende Gestaltungsfreiheit bezüglich der Anordnung und Ausbildung der Gitterstrukturen gewährleistet. Daher ist die Herstellung sehr verschiedener optischer

5 Elemente für unterschiedliche Anwendungsgebiete mit den gleichen Anlagen möglich. Das erfindungsgemässe Verfahren erlaubt darüberhinaus die Herstellung grosser Serien von optischen Elementen in gleichbleibender Qualität und mit innerhalb enger Grenzen gleichbleibenden optischen

10 Eigenschaften wie Koppelleffizienzen und insbesondere Koppelwinkeln.

Ausserdem soll ein hochpräzises optisches Element angegeben werden, wie es mittels des erfindungsgemässen Verfahrens herstellbar ist. Insbesondere kann das optische Element als

15 Evaneszentfeldsensorplatte oder als auf einer solchen beruhende Mikrotiterplatte ausgebildet sein. Durch die auch bei grossen Gitterlängen engen Grenzen, innerhalb welcher der Koppelwinkel schwankt, ist es möglich, grössere Teile der Evaneszentfeldsensorplatte oder Mikrotiterplatte

20 gleichzeitig zu belichten und auszulesen. Auch nacheinander erfolgende Belichtungen verschiedener Teile der Evaneszentfeldsensorplatte oder Mikrotiterplatte sind vereinfacht, da eine Neuoptimierung der relativen Winkellage derselben und der Belichtungseinheit nicht erforderlich oder

25 jedenfalls sehr erleichtert ist.

Das optische Element kann auch als nachrichtentechnischer optischer Koppler ausgebildet sein. Die hohe Präzision auch grösserer Gitterstrukturen gewährleistet in diesem Fall ausgezeichnete Filtereigenschaften, insbesondere ein sehr

30 schmalbandiges Aussondern einzelner Wellenlängen, so dass z. B. Wellenlängen-Multiplexen mit sehr nahe beieinander-



liegenden Wellenlängen möglich ist; was die Uebertragungskapazität erhöht.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Figuren, welche  
5 lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellen, näher  
erläutert. Es zeigen

- Fig. 1 eine Draufsicht auf eine erfindungsgemässe  
Evaneszentfeldsensorplatte mit gestrichelt  
angedeutetem Aufsatz, der sie zu einer  
10 Mikrotiterplatte ergänzt,
- Fig. 2 einen Schnitt längs II-II in Fig. 1,
- Fig. 3 schematisch den Einsatz einer Mikrotiterplatte mit  
einer erfindungsgemässen  
Evaneszentfeldsensorplatte,
- 15 Fig. 4a-e verschiedene Schritte der Herstellung einer  
erfindungsgemässen Evaneszentfeldsensorplatte,
- Fig. 5 schematisch den für die Belichtung der  
Photolackschicht während der Herstellung der  
erfindungsgemässen Evaneszentfeldsensorplatte  
20 verwendeten Aufbau,
- Fig. 6 die Phasenmaske und das Substrat mit der  
Photolackschicht unter der Belichtung und
- Fig. 7a-g verschiedene Schritte der Herstellung einer  
Phasenmaske für die Herstellung einer  
25 erfindungsgemässen Evaneszentfeldsensorplatte.

- Fig. 8a schematisch eine Draufsicht auf einen  
erfindungsgemässen nachrichtentechnischen  
optischen Koppler gemäss einer ersten  
Ausführungsform,
- 5 Fig. 8b schematisch einen zentralen Längsschnitt durch den  
Koppler nach Fig. 8a,
- Fig. 9a schematisch die Reflexivität des Kopplers gemäss  
der ersten Ausführungsform,
- Fig. 9b-d Diagramme, welche die Aussonderung einer  
10 Wellenlänge durch den Koppler gemäss der ersten  
Ausführungsform zeigen,
- Fig. 10 eine Anordnung mit einem Koppler gemäss der ersten  
Ausführungsform,
- Fig. 11a schematisch eine Draufsicht auf einen  
15 erfindungsgemässen nachrichtentechnischen  
optischen Koppler gemäss einer zweiten  
Ausführungsform,
- Fig. 11b schematisch einen zentralen Längsschnitt durch den  
Koppler nach Fig. 11a,
- 20 Fig. 12 eine Anordnung mit einem Koppler gemäss der  
zweiten Ausführungsform,
- Fig. 13a schematisch eine Draufsicht auf einen  
erfindungsgemässen nachrichtentechnischen  
optischen Koppler gemäss einer dritten  
25 Ausführungsform,

Fig. 13b schematisch einen zentralen Längsschnitt durch den Koppler nach Fig. 13a,

Fig. 14 eine Vorrichtung zur Ueberwachung und Stabilisierung der Wellenlänge eines von einem Laser ausgesandten Lichtstrahls mit einem Koppler  
5 gemäss der dritten Ausführungsform und

Fig. 15 die Transmissivität des Kopplers gemäss der dritten Ausführungsform in Abhängigkeit von der Position auf dem Koppelgitter bei verschiedenen Wellenlängen.  
10

#### Wege zur Ausführung der Erfindung

Das erfindungsgemässe Verfahren wird im folgenden im Zusammenhang mit einer erfindungsgemässen Evaneszentfeldsensorplatte und ihrer Herstellung näher erläutert. Unter  
15 einer Evaneszentfeldsensorplatte wird dabei eine Platte verstanden, bei welcher es möglich ist, durch Beleuchtung eines Teils der Oberfläche ein evaneszentes Feld herzustellen, in dessen Bereich eine zu analysierende Probe angeordnet werden kann. Evaneszentfeldsensorplatten dienen  
20 mithin der chemischen Analyse. Evaneszente Felder sind nichtstrahlende elektromagnetische Felder, die mit wachsendem Abstand von der Streuoberfläche, an der sie entstehen, abnehmen und verschwinden. Solche Felder können im Zusammenhang mit räumlichen Modulationen des elektrischen  
25 Feldes in der Ebene, deren Periodizitäten kleiner als eine Wellenlänge sind, auftreten. Das bekannteste Beispiel einer solchen Modulation findet an einer Grenzfläche eines Dielektrikums zu Luft statt, wenn ein Lichtstrahl von der Seite des Dielektrikums unter einem Winkel einfällt, der  
30 grösser als der kritische Winkel ist.

Evaneszentfeldsensorplatten weisen jeweils eine transparente lichtleitende Schicht auf, von der aus Evaneszentlicht aus ihrer Oberfläche austritt und mit dort gebundenen Molekülen in Wechselwirkung tritt, z. B. sie zur Lumineszenz anregt.

5 Die Evaneszentfeldsensorplatte besteht (Fig. 1, 2, die Darstellungen sind schematisch und nicht massstäblich) aus einem Substrat 1 aus Glas, z. B. aus AF 45 der Schott DESAG mit Abmessungen von 102 mm x 72 mm und einer Dicke von 0,7 mm, das einseitig eine transparente Schicht 2 aus Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> von 150 nm Dicke trägt. Ihr Brechungsindex beträgt bei einer

10 Wellenlänge von 633 nm 2,11.

Auf der die Schicht 2 tragenden Oberfläche sind mehrere als parallele, voneinander beabstandete Streifen ausgebildete Koppelgitter 3 angelegt, welche sich linienparallel jeweils

15 über die ganze Breite der Evaneszentfeldsensorplatte erstrecken. Die Breite jedes der Streifen beträgt 0,5 mm. Die Gitterperiode beträgt  $\Lambda = 360$  nm, das Nut-Steg-Verhältnis ist ca. 1:1, die Gittertiefe ca. 20 nm. Die das Gitter definierenden Parameter sind jeweils über die ganze

20 Länge des Streifens sehr genau eingehalten. Dadurch halten sich Änderungen des Koppelwinkels  $\Theta$ , unter dem ein von unten durch das Substrat 1 gegen das Koppelgitter 3 gerichteter Lichtstrahl, insbesondere bei einer Wellenlänge von ca. 633 nm, mit maximaler Koppeleffizienz in die Schicht

25 2 eingekoppelt wird, in sehr engen Grenzen. Längs den Linien eines Koppelgitters 3 ändert er sich höchstens um 0,05°/cm. Auf der gesamten Evaneszentfeldsensorplatte bleibt die Abweichung des Koppelwinkels  $\Theta$  von einem Mittelwert, der im beschriebenen Fall 2,31° entspricht, unter 0,15°.

30 Die Oberfläche der Schicht 2 ist mit einer Beschichtung versehen, die aus einer Haftvermittlungsschicht,

vorzugsweise aus mindestens einer chemischen Verbindung aus der Gruppe der Silane, Epoxide und selbstorganisierenden funktionalisierten Monoschichten und einer auf dieser angeordneten Schicht molekularer Erkennungselemente wie Nukleinsäuren, Antikörpern, Antigenen, Membranrezeptoren und deren Liganden besteht.

Wie in Fig. 3 dargestellt und in Fig. 1 angedeutet, wird die Evaneszentfeldsensorplatte für den Einsatz bei der chemischen Analyse insbesondere biologischer Substanzen durch einen wabenartigen Aufsatz 4 aus Kunststoff zu einer Mikrotiterplatte ergänzt. Der Aufsatz weist eine Deckplatte 5 auf, welche von in einem regelmässigen Raster angeordneten runden Oeffnungen 6 von z. B. ca. 8 mm Durchmesser durchbrochen ist. An jede der Oeffnungen 6 schliesst an der Unterseite der Deckplatte 5 ein unten offener Röhrabschnitt 7 an, der eine Kavität 8 seitlich begrenzt und der am unteren Ende mit der Evaneszentfeldsensorplatte 2 dicht verbunden, z. B. verklebt ist.

Soll der Inhalt einer Kavität 8, z. B. ein Analyt wie Blut, Serum, Urin, Speichel oder eine Lösung mit einem Wirkstoffkandidaten auf die Konzentration bestimmter Moleküle untersucht werden, so wird in an sich bekannter Weise ein benachbartes Koppelgitter 3 der Evaneszentfeldsensorplatte 2 mittels einer geeigneten Lichtquelle unter dem Koppelwinkel  $\Theta$  mit Licht einer bestimmten Wellenlänge, im Beispiel mittels eines He-Ne-Lasers mit Licht von 633 nm Wellenlänge, belichtet. Das Licht wird durch die Schicht 2, welche den Boden der Kavität 8 bildet, zum benachbarten Koppelgitter 3' geleitet und dort wieder ausgekoppelt. Das Evaneszentlicht regt an die Erkennungselemente gebundene Moleküle in der Kavität 8 zu Fluoreszenz an, welche von einer Optik 9 registriert und dann analysiert wird. Die hohe

Genauigkeit, mit der der Koppelwinkel  $\Theta$  über die Länge des Koppelgitters 3 eingehalten wird, erlaubt eine gleichzeitige Untersuchung der längs desselben angeordneten Kavitäten mit hoher Effizienz. Da der Koppelwinkel  $\Theta$  über die gesamte

5 Evaneszentfeldsensorplatte nur wenig vom Mittelwert abweicht, ist jedoch auch für die Untersuchung der nächsten Reihe von Kavitäten 8 keine aufwendige Optimierung desselben erforderlich. Alternativ oder zusätzlich zur Auswertung der Fluoreszenz können auch durch Bindung von Molekülen an die

10 Erkennungselemente bewirkte Änderungen des Brechwerts am Grund der Kavität 8 registriert werden.

Zur Herstellung der transparenten Schicht 2 wird, wie in Fig. 4a-e schematisch dargestellt, zuerst auf das Substrat 1 Photolack, z. B. AZ1518, 1:4 verdünnt mit AZ1500, beide von

15 Clariant, bei 1'300 U/min aufgebracht und anschliessend 30 min bei 90°C im Ofen ausgebacken, dann wird Aquatar des gleichen Herstellers bei 1'400 U/min aufgebracht und während 15 min bei 90°C wiederum im Ofen ausgebacken. Die so

hergestellte Photolackschicht 10 weist eine Dicke von

20 weniger als 200 nm, in der Regel von ca. 150 nm auf, so dass sich keine störenden stehenden Wellen in derselben ausbilden. Die Reflexivität liegt unter 1%, so dass störende Reflexionen, die zur Ausbildung Newtonscher Ringe führen könnten, ebenfalls praktisch ausgeschlossen sind (Fig. 4a).

25 In einem nächsten Schritt wird die Photolackschicht 10 während 70 sec belichtet. Dazu wird das Substrat 1 in den Aufbau gemäss Fig. 5 eingebracht, einem Mask Aligner MA4 der Firma Süss, München, welcher eine modifizierte

Quecksilberdampflampe 11 mit modifizierter nachgeschalteter

30 Optik 12 und Umlenkspiegel 13 umfasst. Die Optik 12 umfasst einen Bandpassfilter, der z. B. die I-Linie mit 365 nm Wellenlänge herausfiltert sowie einen Polarisator, der

vorzugsweise eine s-Polarisation erzeugt. Zur Verbesserung der Parallelität der Strahlen wird das Fliegenauge aus dem Strahlengang entfernt, eine Lampe mit möglichst kleinem Bogen verwendet und möglichst weit vom Substrat entfernt.

- 5 Die Belichtung erfolgt durch eine Phasenmaske 14. Sie umfasst ein Substrat aus einem transparenten Material, im Beispiel Quarz, mit einer grossflächigen Gitterstruktur, einem Beugungsgitter, das eine Schicht aus intransparentem Material, im Beispiel Chrom, trägt, welche - im Beispiel von  
10 in regelmässigen Abständen aufeinanderfolgenden Streifen - durchbrochen ist. Phasenmasken dieser Art können bei Ibsen in Farum (Dänemark) bezogen werden und werden etwa wie folgt hergestellt:

Ein Quarzsubstrat 15 wird mit einer Photolackschicht 16  
15 bedeckt (Fig. 7a) und dieselbe im Laser-Zweistrahlin-  
terferenzverfahren belichtet und entwickelt (Fig. 7b). Anschliessend wird auf der Oberfläche des Quarzsubstrats 15 durch Aetzen und anschliessendes Entfernen des Photolacks ganzflächig ein Beugungsgitter hergestellt (Fig. 7c). Dann  
20 wird die besagte Oberfläche zur Gänze mit einer Chromschicht 17 bedeckt (Fig. 7d). Auf die Chromschicht 17 wird nun eine durchgehende Photolackschicht 18 aufgebracht (Fig. 7e) und durch eine mittels Elektronen- oder Laserstrahlschreiben  
strukturierte Maske hindurch belichtet. Dann wird der  
25 Photolack entwickelt (Fig. 7f) und die Chromschicht 17 an den nicht von Photolack bedeckten Teilen durch Aetzen entfernt. Schliesslich werden zur Fertigstellung der Phasenmaske 14 die Reste der Photolackschicht 18 entfernt  
(Fig. 7g). Die Struktur der Maske bestimmt so, welche Teile  
30 der Phasenmaske transparent sind.

Das Substrat 1 ist so unterhalb der Phasenmaske 14 angeordnet, dass die Photolackschicht 10 mit derselben in Vakuumkontakt steht. Die Oberseite der Phasenmaske 14 wird unter einem Winkel belichtet, der etwa dem Lithrow-Winkel  $\Theta_L$ , bei welchem der Einfallswinkel gleich dem Winkel der ersten Beugungsordnung ist, entspricht, insbesondere nicht mehr als  $10^\circ$ , vorzugsweise nicht mehr als  $5^\circ$  von demselben abweicht. Unter diesen Bedingungen bildet sich im Nahfeld unterhalb der transparenten Bereiche der Phasenmaske 14 ein ausgeprägtes Beugungsmuster, dessen Struktur dem des Gitters der Phasenmaske 14 entspricht (Fig. 6). Alternativ dazu kann die Phasenmaske 14 auch unter einem Winkel belichtet werden, der etwa  $0^\circ$  entspricht, d. h. senkrechtem Einfall, oder davon um nicht mehr als  $10^\circ$ , vorzugsweise nicht mehr als  $5^\circ$  abweicht (gestrichelt eingezeichneter Umlenkspiegel 13'). In diesem Fall hat das Beugungsmuster im Nahfeld der Phasenmaske 14 die halbe Periode des Gitters derselben.

Nach der Belichtung wird die Aquatar-Schicht durch Spülen mit destilliertem Wasser entfernt und dann der Photolack entwickelt (Fig. 4b). Anschliessend werden die nicht mit Photolack bedeckten Teile der Oberfläche des Substrats 1 mit Ar und  $\text{CHClF}_2$  bei einem Druck von 0,02 mbar in einem Parallelplattenreaktor mit kapazitiver Anregung des Plasmas bei 13,6 MHz und einer RF-Leistung von 50 W geätzt. Die Ätztiefe beträgt 20 nm. Dann wird der Photolack entfernt. Dazu wird er zuerst während 60 sec reaktivem Ionenätzen in Sauerstoffplasma bei einem Druck von 0,2 mbar und einer RF-Leistung von 50 W ausgesetzt und dann mit Remover AZ100, Deconex und destilliertem Wasser abgelöst (Fig. 4d).

Schliesslich wird die Schicht 2 durch reaktives gepulstes DC-Magnetron-Sputtern oder mit einer zwischen 1 kHz und 1 MHz liegenden Frequenz AC-überlagertes DC-Magnetron-



Sputtern in einer Anlage Balzers MSP1000 ähnlich wie in EP-A-0 508 359 beschrieben aufgebracht (Fig. 4e). Dieser Schritt erfolgt in einer Ar-O<sub>2</sub>-Atmosphäre bei einem Druck von 3,7 µbar. Das Targetmaterial ist Tantal. Schliesslich  
5 wird die Evaneszentfeld-sensorplatte durch Wafersägen auf ihre Endgrösse zugeschnitten.

Das beschriebene Verfahren gestattet es, vor allem dank der Belichtung durch eine praktisch beliebig oft wiederverwendbare Phasenmaske, auf einfache Weise Elemente  
10 mit Gitterstrukturen, insbesondere diffraktiven Koppelgittern, in grossen Stückzahlen herzustellen. Der Umstand, dass die Phasenmaske im Zweistrahlinterferenzverfahren strukturiert wird, erlaubt die Herstellung auch grosser fehlerfreier Gitterstrukturen auf derselben, die  
15 Flächeninhalte von 10 cm<sup>2</sup> und mehr aufweisen, mit hoher Präzision, während andere Strukturierungsmethoden wie etwa Elektronenstrahlschreiben wegen der dabei fast unvermeidlichen Versetzungsfehler dazu nicht geeignet sind. Daher können grosse optische Elemente mit grossflächigen  
20 Gittern von hoher Qualität und Gleichmässigkeit nicht nur als Endprodukte hergestellt werden, sondern auch als Rohlinge, welche dann durch Wafersägen, Ritzen und Brechen oder Laserschneiden zu kleineren Endprodukten vereinzelt werden, welche auf diese Weise sehr wirtschaftlich in hoher  
25 Qualität hergestellt werden können.

Es können natürlich auch Evaneszentfeldsensorplatten, hergestellt werden, deren Geometrien und optische Eigenschaften anderen Normen oder sonstigen Anforderungen entsprechen. So kann eine weitere Evaneszentfeldsensorplatte  
30 Abmessungen von 57 mm × 14 mm × 0,7 mm aufweisen und mit zwei symmetrisch angeordneten, parallel zu den Längsseiten verlaufenden streifenförmigen Koppelgittern mit einer Breite

von jeweils 0,5 mm versehen sein, die um 9 mm voneinander beabstandet sind. Die Gitterperiode beträgt  $\Lambda=318$  nm, die Gittertiefe 12 nm, während im übrigen die Eigenschaften der Schicht und der Koppelgitter gleich wie beim ersten Beispiel sind. Der Koppelwinkel beträgt in diesem Fall bei einer Wellenlänge von 633 nm  $\Theta=-12,14^\circ$  und ändert sich linienparallel um höchstens  $0,15^\circ/\text{cm}$ . Die Abweichung von einem Mittelwert bleibt auf der ganzen Evaneszentfeld-sensorplatte unter  $0,05^\circ$ . Bei der Herstellung eines Rohlings, aus dem dann die beschriebenen Evaneszentfeld-sensorplatten durch Wafersägen vereinzelt werden, wird eine 150 mm  $\times$  150 mm grosse Phasenmaske mit einem ein 115 mm  $\times$  115 mm grosses Gitter mit einer Gitterperiode von 318 nm tragenden Bereich eingesetzt. Die den Koppelgittern entsprechenden Bereiche liegen frei, während der verbleibende Teil des Gitters wiederum durch eine intransparente Schicht, insbesondere eine Chromschicht, maskiert ist. Im übrigen erfolgt die Herstellung gleich wie weiter oben beschrieben.

Ein weiteres Beispiel ist eine in ihrer grundsätzlichen Ausbildung im wesentlichen Fig. 1 entsprechende Evaneszentfeldsensorplatte mit den Abmessungen 75 mm  $\times$  113,5 mm  $\times$  0,7 mm, welche dreizehn zu den Breitseiten parallele als Streifen ausgebildete Koppelgitter mit einer Breite von jeweils 0,5 mm trägt, wobei der Abstand zwischen benachbarten Streifen jeweils 8,5 mm beträgt. Schicht und Gittereigenschaften entsprechen dem zweiten Beispiel. Der Koppelwinkel beträgt bei einer Wellenlänge von 633 nm  $\Theta=-11,48$  und ändert sich linienparallel um höchstens  $0,05^\circ/\text{cm}$ . Auf der gesamten Evaneszentfeld-sensorplatte weicht er von einem Mittelwert um höchstens  $0,4^\circ$  ab. Die Evaneszentfeldsensorplatte kann durch einen geeigneten

Aufsatz zu einer Mikrotiterplatte mit  $8 \times 12$  Kavitäten ergänzt werden.

- Neben den oben geschilderten Ausbildungen von nach dem erfindungsgemässen Verfahren hergestellte Gitterstrukturen
- 5 tragenden optischen Elementen für den Bereich der chemischen Analytik kommen vor allem auch solche für nachrichten-technische Anwendungen in Frage. Derartige Elemente eignen sich vor allem als hochwirksame optische Koppler, wie sie z. B. in Glasfasernetzen eingesetzt werden.
- 10 Ein erstes Beispiel eines solchen Kopplers ist in Fig. 8a,b dargestellt. Auf einem Substrat 1 bestehend aus einer Glasplatte 19 und einer Schicht 20 aus transparentem Material ist ein als Liniengitter mit konstanter Gitterperiode ausgebildetes Koppelgitter 3 angelegt. Die
- 15 Schicht 20 ist von einer transparenten Schicht 2 aus z. B.  $Ta_2O_5$  bedeckt. Die Schicht 2 wirkt als Wellenleiter. Das Koppelgitter 3 reflektiert gemäss der in Fig. 9a schematisch dargestellten wellenlängenabhängigen Reflexivität  $R$  Licht einer bestimmten Wellenlänge  $\lambda_B$ , während eingehendes Licht
- 20 aller übrigen Wellenlängen transmittiert wird. Dies ist in Fig. 9b-d dargestellt, wo Fig. 9a die eingehenden Wellenlängen zeigt, Fig. 9b die reflektierte Wellenlänge  $\lambda_B$  und Fig. 9c die transmittierten Wellenlängen. Damit ist es mittels des Kopplers möglich, etwa in einem Glasfasernetz,
- 25 bei dem Wellenlängen-Multiplexen eingesetzt wird, eine bestimmte Wellenlänge auszufiltern. Dank der hohen Qualität des Gitters ist die Halbwertsbreite der Reflexivität  $R$  als Funktion der Wellenlänge sehr klein. Es ist daher auch bei sehr nahe beieinanderliegenden Wellenlängen möglich, eine
- 30 Wellenlänge mit hoher Effizienz auszusondern.

Ein Beispiel für die Verwendung eines derartigen Kopplers ist in Fig. 10 gezeigt. Zwei parallele Streifenwellenleiter 21a,b bekannten Aufbaus sind an einem Kopplungsbereich 22 mit sehr geringem Abstand parallelgeführt, so dass dort ein  
5 Uebergang von 50% des im ersten Streifenwellenleiter 21a geführten Lichtes auf den zweiten Streifenwellenleiter 21b stattfindet und umgekehrt. Im auslaufenden Teil des ersten Streifenwellenleiters 21a ist ein Koppler 23 mit einem Koppelgitter 3 gemäss Fig. 8a,b eingebaut, welcher Licht  
10 einer Wellenlänge  $\lambda_3$  selektiv reflektiert.

Werden in den ersten Streifenwellenleiter 21a an einem Eingang 24 Signale mit Wellenlängen  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$  etc. eingespeist, so gehen einerseits sämtliche Signale im Kopplungsbereich 22 zu 50% auf den zweiten  
15 Streifenwellenleiter 21b über, in dem sie zu einem ersten Ausgang 25a geleitet werden, während die im ersten Streifenwellenleiter 21a verbleibenden Signale zu einem zweiten Ausgang 25b geleitet werden, mit Ausnahme des Signals mit der  $\lambda_B$  gemäss Fig. 9a-d entsprechenden  
20 Wellenlänge  $\lambda_3$ , das am Koppler 23 reflektiert wird, so dass 50% seiner Intensität im Kopplungsbereich 22 in den zweiten Streifenwellenleiter 21b übergehen, wo das Signal in entgegengesetzter Richtung zu den unmittelbar vom ersten Streifenwellenleiter 21a übergetretenen Signalen zu einem  
25 dritten Ausgang 25c geleitet wird, wo es schliesslich isoliert vorliegt und weiterverarbeitet werden kann. Die Signale der Ausgänge 25a,b können wieder zusammengeführt werden zu einem Signal, das sich vom ursprünglichen lediglich durch eine Schwächung des Signals mit der  
30 Wellenlänge  $\lambda_3$  um 50% unterscheidet.

Der Koppler 23 kann vollständig in den ersten Streifenwellenleiter 21a integriert sein, derart, dass dieser gleich aufgebaut ist wie der Koppler 23 und derselbe einstückig mit dem ersten Streifenwellenleiter 21a ist. Der  
5 Koppler 23 ist dann lediglich dadurch ausgezeichnet, dass er das Koppelgitter 3 trägt.

Ein zweites Beispiel für einen Koppler ist in Fig. 11a,b dargestellt. Auf einem rechteckigen Substrat 1 aus Glas, z. B. Schott DESAG AF 45 mit dem Brechungsindex 1,52 sind an  
10 der Oberseite in Längsrichtung mit Abstand aufeinanderfolgend zwei Koppelgitter, ein Einkoppelgitter 3a und ein Auskoppelgitter 3b angeordnet, die sich jeweils über die ganze Breite des Kopplers erstrecken. Das Einkoppelgitter 3a hat eine Gitterperiode  $\Lambda_1=981$  nm und eine  
15 Gittertiefe von 6 nm, das Auskoppelgitter 3b eine Gitterperiode  $\Lambda_2=1'350$  nm und eine Gittertiefe von 12 nm. Die Oberseite des Substrats 1 ist mit einer durchgehenden transparenten Schicht 2 bedeckt, welche aus  $Ta_2O_5$  besteht und einen Brechungsindex von 2,1 aufweist. Ihre Dicke  
20 beträgt 400 nm.

Der Koppler kann als Auskoppelfilter (Drop-Filter) zur Ueberwachung und Stabilisierung der Intensität eines Lichtstrahls, etwa einer Linie eines Multimode-Lasers eingesetzt werden. Dazu wird (Fig. 12) der oben beschriebene  
25 Koppler 23 zwischen die Enden einer ersten Lichtleitfaser 26a und einer in der Fortsetzung derselben angeordneten zweiten Lichtleitfaser 26b so angeordnet, dass das Einkoppelgitter 3a dem Ende der letzteren zugewandt ist, während die erstere gegen die Unterseite des Kopplers 23  
30 gerichtet ist. Das von der ersten Lichtleitfaser 26a zugeführte Licht geht durch den das Einkoppelgitter 3a tragenden Teil des Kopplers 23 durch, wobei durch dasselbe

ein Bruchteil des Lichtes der 1'550 nm-Linie, der weniger als 0,01% der Intensität desselben entspricht, in die Schicht 2 eingekoppelt wird. Am Auskoppelgitter 3b wird Licht unter einem Winkel von 30° ausgekoppelt und fällt auf  
5 einen entsprechend angeordneten Photodetektor 27, dessen Ausgangssignal ein Mass für die Intensität der überwachten Linie ist. Die Einkopplung erfolgt dank der hohen Präzision des Einkoppelgitters 3a sehr wellenlängensensitiv, mit einer Halbwertsbreite der Intensitätsverteilung von lediglich  
10 0,01 nm, was die gezielte Ueberwachung einer einzelnen Wellenlänge auch bei nahe zusammenliegenden Wellenlängen, wie dies beim Wellenlängen-Multiplexen im Interesse einer hohen Uebertragungskapazität wünschenswert ist, ermöglicht.

Ein drittes Beispiel für einen erfindungsgemässen optischen  
15 Koppler ist in Fig. 13a,b dargestellt. Ein rechteckiges Substrat 1 besteht aus einer Glasplatte 19 mit dem Brechungsindex 1,586 und einer seine Oberseite bedeckenden 285 nm dicken transparenten Schicht 20 aus  $\text{TiO}_2$ , das einen Brechungsindex von 2,4 aufweist. Die Oberseite trägt ein  
20 ihre ganze Breite einnehmendes Koppelgitter 3, das durch linienweise vollständige Entfernung der Schicht 20 hergestellt ist und ist von einer weiteren, 342 nm dicken transparenten Schicht 2 aus  $\text{MgF}_2$ , das einen Brechungsindex von 1,38 aufweist, bedeckt. Die Gittertiefe entspricht also  
25 der Dicke der Schicht 20 und beträgt 285 nm. Die Gitterperiode  $\Lambda(x)$  ändert sich liniennormal, d. h. quer zu den Gitterlinien linear und nimmt von  $\Lambda_1=970$  nm auf  $\Lambda_2=977$  nm zu.

Bei der Herstellung des Kopplers können die Schichten 20 und  
30 2 wie im Zusammenhang mit dem ersten Beispiel einer Evaneszentfeldsensorplatte beschrieben aufgebracht werden. Auch die Herstellung des Koppelgitters 3 erfolgt nach dem

- Aufbringen der Schicht 20 wie dort beschrieben. Dabei wird eine Phasenmaske verwendet, deren Gitter in geeigneter Weise, im vorliegenden Fall also linear variiert. Solche Phasenmasken können etwa so hergestellt werden, dass eine
- 5 biegsame Vorlage geeignet gebogen und im Zweistrahlinterferenzverfahren mit einer Gitterstruktur versehen wird. Von der dann wieder planen Vorlage wird die Phasenmaske durch Replikation, d. h. durch Herstellen eines Abdrucks abgeleitet.
- 10 Der Koppler kann in vorteilhafter Weise in einer Vorrichtung zur Ueberwachung und Stabilisierung der Wellenlänge eines Lasers 28 (Fig. 14), dessen Licht in eine Lichtleitfaser 29, z. B. eine Glasfaser, eines Fasernetzes eingespeist wird, eingesetzt werden. Sie umfasst einen teildurchlässigen
- 15 Spiegel 30, der im vom Laser 28 ausgehenden Lichtstrahl angeordnet ist und eine demselben nachgeordnete erste Optik 31 zur Aufweitung und eine zweite Optik 32 zur Kollimation des vom Spiegel 30 abgelenkten Teil des Lichtstrahls. Den Optiken nachgeordnet ist der oben beschriebenen Koppler 23
- 20 senkrecht zur Strahlrichtung derart im Lichtstrahl angeordnet, dass derselbe auf das Kopplergitter 3 fällt. Unmittelbar unterhalb des Kopplers 23 ist eine Detektoranordnung angebracht mit zwei Photodetektoren 33a,b, die derart liniennormal unmittelbar aufeinanderfolgend
- 25 angeordnet sind, dass der von einem ersten Teil des Koppelgitters 3, bei dem die Gitterperiode zwischen  $\Lambda_1$  und einem Zwischenwert  $\Lambda_i$  liegt, transmittierte Anteil des Lichtstrahls auf den ersten Photodetektor 33a fällt und der von einem verbleibenden zweiten Teil des Koppelgitters 3,
- 30 bei dem die Gitterperiode zwischen  $\Lambda_i$  und  $\Lambda_2$  liegt, transmittierte Anteil auf den zweiten Photodetektor 33b. Die

Photodetektoren 33a,b sind verschiebbar, so dass  $\Lambda_i$  einstellbar ist.

Die Transmissivität des Kopplers 23 hängt empfindlich von der Wellenlänge und der Gitterperiode  $\Lambda$  ab. Wegen der  
5 Aenderung der Gitterperiode  $\Lambda(x)$  mit der Position weist sie daher als Funktion der Position eine spezifische Abhängigkeit von der Wellenlänge des einfallenden Lichtes auf. Dies ist in Fig. 15 dargestellt, der die Transmissivität  $T$  als Funktion der Position auf dem  
10 Koppelgitter 3 für drei nur wenig verschiedene Wellenlängen (1'549,5 nm, 1'550 nm, 1'550,5 nm) zu entnehmen ist. Bei zunehmender oder abnehmender Wellenlänge verschiebt sich das Minimum der Transmissivitätskurve zu den grösseren bzw. kleineren Gitterperioden und damit zu einer anderen Position  
15 auf dem Gitter. Damit verschoben sich aber auch die relativen Intensitäten des von den Photodetektoren 33a und 33b aufgefangenen Lichtes, was sich unmittelbar auf die Grösse ihrer Ausgangssignale  $I_a$ ,  $I_b$  auswirkt.

Zur Stabilisierung einer bestimmten Wellenlänge kann nun  
20 eine Grobpositionierung der Detektoranordnung gemäss der interessierenden Wellenlänge vorgenommen und dann ein Wert

$$Q = (I_a - I_b) / (I_a + I_b)$$

berechnet und durch Verschieben der Detektoranordnung auf Null eingestellt werden. Eine Aenderung der Wellenlänge des  
25 vom Laser 28 ausgehenden Lichtstrahls hat je nach der Richtung derselben eine positive oder negative Abweichung des Wertes  $Q$  von Null zur Folge und kann durch entsprechende Steuerung des Lasers 28 ausgeglichen werden. Dabei spielt die Intensität des Lichtstrahls keine Rolle. Lediglich die  
30 Intensitätsverteilung des aufgeweiteten Lichtstrahls, die



nicht homogen ist, sondern z. B. einer Gauss-Verteilung folgen kann, kann sich u. U. störend auswirken, doch kann dies dann durch geeignete Ausbildung oder Ergänzung der Optiken oder auch rechnerisch kompensiert werden.

- 5 Erfindungsgemässe optische Elemente können vielfach abgewandelt werden, ohne dass der Grundgedanke der Erfindung verlassen würde. So sind Abweichungen bis zu  $0,3^\circ$  oder sogar  $0,5^\circ$  vom Mittelwert über das gesamte Element oder sogar über ein Koppelgitter in vielen Fällen zulässig. Und auch bei  
10 Evaneszentfeldsensorplatten ist es oft ausreichend, wenn Aenderungen des Koppelwinkels  $\Theta$  längs der Gitterlinien nicht mehr als  $0,1^\circ/\text{cm}$  betragen.

- Auch beim Herstellungsverfahren sind viele Abweichungen oder spezielle Anpassungen an bestimmte Anforderungen möglich. So  
15 kann etwa auch beim für das Verfahren entscheidenden Belichtungsschritt die Photolackschicht von der Phasenmaske beabstandet sein, was dessen Durchführung erleichtert. Sie muss jedoch im Nahfeld, d. h. in der Regel in einem Abstand von weniger als  $100\text{ }\mu\text{m}$  angeordnet sein, damit das  
20 Beugungsmuster hinreichend ausgeprägt ist. Der Abstand kann etwa zwischen  $2\text{ }\mu\text{m}$  und  $100\text{ }\mu\text{m}$  liegen. Als Lichtquelle kann statt einer Quecksilberdampflampe auch ein Laser, insbesondere ein Excimer-Laser oder Argon-Laser eingesetzt werden. Als Material für die Schicht kommen neben  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  auch  
25 andere Substanzen in Frage, insbesondere  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$ ,  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{HfO}_x\text{N}_y$ ,  $\text{AlO}_x\text{N}_y$ ,  $\text{TiO}_x\text{N}_y$ ,  $\text{MgF}_2$  oder  $\text{CaF}_2$ . Als Beschichtungsverfahren können auch ionenunterstütztes Aufdampfen oder plasmaunterstützte Gasphasenabscheidung eingesetzt werden. Schliesslich können,  
30 wie das bei einem der geschilderten Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, auch mehrere Schichten unterschiedlicher Zusammensetzung und Dicke nacheinander aufgebracht werden.

Phasenmasken müssen nicht direkt im Zweistrahlinterferenzverfahren hergestellt sein, sondern können auch direkt oder indirekt von einer so hergestellten Vorlage kopiert sein. Sie können mehrmals mit verschiedenen durchbrochenen

5 Schichten verwendet werden, wenn unterschiedliche Anordnungen von Koppelgittern o. dgl. bei unveränderter Gitterperiode erzeugt werden sollen. Statt einer intransparenten Schicht kann auch eine geeignete Schicht aus transparentem Material eingesetzt werden. So können etwa die

10 Nuten des Gitters durch ein Material mit dem Brechungsindex des Substrats der Phasenmaske aufgefüllt werden.

Die Phasenmaske kann auch entspiegelt sein. In diesem Fall kann die Aufbringung einer reflexmindernden Schicht auf die Photolackschicht auch entfallen, was die serienweise

15 Herstellung der Gitterstrukturen auf den Substraten vereinfacht. Zum Zweck der Entspiegelung wird auf die der Photolackschicht zugewandte Oberfläche der Phasenmaske eine Schicht aufgebracht, deren Brechungsindex zwischen der des Substrats der Phasenmaske und Luft liegt und die z. B. aus

20  $MgF_2$  bestehen kann. Zugleich muss das Gitter so angepasst werden, dass die interferierenden Beugungsordnungen des transmittierten Lichtes wiederum gleiche Intensität haben. Die Anpassung kann durch Aenderung des Nut-Steg-Verhältnisses und der Gittertiefe erfolgen, die mittels in

25 Fachkreisen bekannter Programme leicht berechnet werden können.

#### Bezugszeichenliste

1	Substrat
2	transparente Schicht
30 3	Koppelgitter
4	Aufsatz

	5	Deckplatte
	6	Oeffnung
	7	Rohrabschnitt
	8	Kavität
5	9	Optik
	10	Photolackschicht
	11	Quecksilberdampflampe
	12	Optik
	13, 13'	Umlenkspiegel
10	14	Phasenmaske
	15	Quarzsubstrat
	16	Photolackschicht
	17	Chromschicht
	18	Photolackschicht
15	19	Glasplatte
	20	Schicht
	21a,b	Streifenwellenleiter
	22	Kopplungsbereich
	23	Koppler
20	24	Eingang
	25a,b,c	Ausgänge
	26a,b	Lichtleitfasern
	27	Photodetektor
	28	Laser
25	29	Lichtleitfaser
	30	teildurchlässiger Spiegel
	31	erste Optik
	32	zweite Optik
	33a,b	Photodetektoren

## P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zur Herstellung mindestens einer  
zusammenhängenden Gitterstruktur, welche als  
Liniengitter mit einem Abstand zwischen  
5 aufeinanderfolgenden Gitterlinien von zwischen 100 nm  
und 2'500 nm ausgebildet ist, auf einem  
Oberflächenabschnitt eines Substrats, indem
  - der Oberflächenabschnitt mit einer  
Photolackschicht (10) bedeckt wird,
  - 10 - der Oberflächenabschnitt im Nahfeld einer  
Phasenmaske (14) mit einer Gitterstruktur angeordnet  
wird, wobei die Photolackschicht (10) derselben  
zugewandt ist,
  - die Phasenmaske (14) unter einem Winkel belichtet  
15 wird, der vom Lithrow-Winkel ( $\Theta_L$ ) oder von  $0^\circ$  um nicht  
mehr als  $10^\circ$ , vorzugsweise nicht mehr als  $5^\circ$  abweicht,
  - die Photolackschicht (10) entwickelt und der  
Oberflächenabschnitt zur Herstellung der Gitterstruktur  
einem Aetzprozess unterzogen wird,
  - 20 - die Photolackschicht (10) entfernt wird,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Phasenmaske (14)  
vorgängig photolithographisch im Zweistrahlinterferenz-  
verfahren strukturiert oder von einer auf diese Weise  
strukturierten Vorlage abgeleitet wird.
- 25 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Ausdehnung der mindestens einen Gitterstruktur  
linienparallel mindestens 0,5 cm, vorzugsweise  
mindestens 1 cm beträgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch**  
30 **gekennzeichnet, dass** der Flächeninhalt der mindestens

einen Gitterstruktur auf der Phasenmaske mindestens 10 cm<sup>2</sup> beträgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Belichtung der  
5 Photolackschicht (10) mittels einer Quecksilberdampf Lampe (11) erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Belichtung der  
10 Photolackschicht (10) mittels eines Excimer-Lasers oder Argon-Lasers erfolgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Phasenmaske (14) ein  
transparentes Substrat und eine strukturiert durchbrochene Schicht umfasst, welche die  
15 Gitterstruktur optisch inaktiviert.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die durchbrochene Schicht aus einem intransparenten Material, insbesondere Metall besteht und vorzugsweise eine Chromschicht (7) ist.
- 20 8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Substrat ein Quarzsubstrat (15) ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die der Photolackschicht (10) zugewandte Seite der Phasenmaske (14) mit einer  
25 Entspiegelungsschicht bedeckt ist.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Belichtung der

Photolackschicht (10) dieselbe in Vakuumkontakt mit der Phasenmaske (14) steht.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dicke der Photolackschicht (10) höchstens 200 nm beträgt.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Photolackschicht (10) vor der Belichtung mit einer reflexmindernden Schicht bedeckt wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Belichtung der Photolackschicht (10) der Abstand zwischen derselben und der Phasenmaske (14) zwischen 2  $\mu\text{m}$  und 100  $\mu\text{m}$  liegt.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich beim Aetzprozess um reaktives Ionenätzen handelt, vorzugsweise mit einem Gas, welches mindestens eine der folgenden Komponenten enthält: Ar,  $\text{CHClF}_2$ ,  $\text{CHF}_3$ .
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material des Substrats (1) im wesentlichen Quarz, Silizium, thermisch oxidiertes Silizium, Germanium, Silizium-Germanium, ein III-V-Verbindungshalbleiter oder Lithiumniobat ist.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf den Oberflächenabschnitt nach dem Anbringen der Gitterstruktur mindestens eine transparente Schicht (2) mit einem von dem des

Substrats verschiedenen Brechungsindex aufgebracht wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**,  
dass die Gitterstruktur und die transparente Schicht  
5 (2) derart ausgebildet werden, dass sich der  
Koppelwinkel ( $\Theta$ ) entlang der Linie um höchstens  $0,1^\circ/\text{cm}$   
ändert und der Absolutbetrag der Abweichung des  
Koppelwinkels ( $\Theta$ ) von einem Sollwert  $0,5^\circ$  nicht  
überschreitet.
- 10 18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch**  
**gekennzeichnet**, dass die transparente Schicht (2) durch  
reaktives DC-Magnetron-Sputtern, insbesondere gepulstes  
DC-Sputtern oder AC-überlagertes DC-Sputtern  
aufgebracht wird.
- 15 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch**  
**gekennzeichnet**, dass die Dicke der transparenten  
Schicht (2) zwischen 50 nm und 5000 nm beträgt.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 19, **dadurch**  
**gekennzeichnet**, dass das Material der transparenten  
20 Schicht (2)  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$ ,  
 $\text{HfO}_2$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{HfO}_x\text{N}_y$ ,  $\text{AlO}_x\text{N}_y$ ,  $\text{TiO}_x\text{N}_y$ ,  $\text{MgF}_2$   
oder  $\text{CaF}_2$  ist.
21. Optisches Element, hergestellt nach dem Verfahren nach  
einem der Ansprüche 1 bis 20.
- 25 22. Evaneszentfeldsensorplatte mit einem plattenförmigen  
Substrat (1) mit, auf einem Oberflächenabschnitt,  
mindestens einem zusammenhängenden Koppelgitter (3),  
welches als Liniengitter mit einer Periode zwischen

- 150 nm und 2'000 nm ausgebildet ist, dessen Ausdehnung linienparallel mindestens 0,5 cm beträgt und das eine transparente Schicht (2) mit von dem des Substrats (1) verschiedenem Brechungsindex trägt, **dadurch**
- 5 **gekennzeichnet, dass** sich der Koppelwinkel ( $\Theta$ ) entlang der Linie um höchstens  $0,1^\circ/\text{cm}$  ändert und der Absolutbetrag der Abweichung des Koppelwinkels ( $\Theta$ ) von einem Sollwert auf der Evaneszentfeldsensorplatte  $0,5^\circ$  nicht überschreitet.
- 10 23. Evaneszentfeldsensorplatte nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausdehnung des Koppelgitters (3) entlang der Linie mindestens 1 cm beträgt.
24. Evaneszentfeldsensorplatte nach Anspruch 22 oder 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fläche des
- 15 Koppelgitters (3) mindestens  $10 \text{ cm}^2$  beträgt.
25. Evaneszentfeldsensorplatte nach einem der Ansprüche 22 bis 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Koppelwinkel ( $\Theta$ ) entlang der Linie um höchstens  $0,05^\circ/\text{cm}$  ändert.
- 20 26. Evaneszentfeldsensorplatte nach einem der Ansprüche 22 bis 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Absolutbetrag der Abweichung des Koppelwinkels ( $\Theta$ ) von seinem Mittelwert auf der Evaneszentfeldsensorplatte  $0,3^\circ$ , vorzugsweise  $0,15^\circ$  nicht überschreitet.
- 25 27. Evaneszentfeldsensorplatte nach einem der Ansprüche 22 bis 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Brechungsindex der transparenten Schicht (2) zwischen 1,65 und 2,80 liegt.



28. Evaneszentfeldsensorplatte nach einem der Ansprüche 22 bis 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** die transparente Schicht (2) aus  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ - $\text{TiO}_2$ ,  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{HfO}_x\text{N}_y$ ,  $\text{AlO}_x\text{N}_y$ ,  $\text{TiO}_x\text{N}_y$ ,  $\text{MgF}_2$  oder  $\text{CaF}_2$  besteht.
29. Evaneszentfeldsensorplatte nach einem der Ansprüche 22 bis 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dicke der transparenten Schicht (2) zwischen 50 nm und 200 nm beträgt.
30. Evaneszentfeldsensorplatte nach einem der Ansprüche 22 bis 29, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Nut-Steg-Verhältnis des mindestens einen Koppelgitters (3) zwischen 0,3:1 und 3:1, vorzugsweise zwischen 0,7:1 und 1,5:1 liegt.
31. Evaneszentfeldsensorplatte nach einem der Ansprüche 22 bis 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gittertiefe des mindestens einen Koppelgitters (3) zwischen 5 nm und 75 nm liegt.
32. Evaneszentfeldsensorplatte nach einem der Ansprüche 22 bis 31, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Koppelgitter (3) nur einen Teil der Oberfläche der Evaneszentfeldsensorplatte bedeckt, während ein verbleibender Teil frei bleibt.
33. Evaneszentfeldsensorplatte nach Anspruch 32, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mindestens ein Koppelgitter (3) aufweist, das als Streifen ausgebildet ist, der sich linienparallel im wesentlichen über die ganze Breite oder Länge der Evaneszentfeldsensorplatte erstreckt.

34. Evaneszentfeldsensorplatte nach Anspruch 33, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere als Streifen ausgebildete Koppelgitter (3) mit Abstand parallel zueinander angeordnet sind.
- 5 35. Mikrotiterplatte mit einer Evaneszentfeldsensorplatte nach einem der Ansprüche 22 bis 34 sowie mit einem wabenartigen Aufsatz (4), welcher in einem regelmässigen Raster angeordnete Kavitäten (8) jeweils seitlich begrenzt, deren Boden jeweils von der  
10 Evaneszentfeldsensorplatte gebildet wird.
36. Nachrichtentechnischer optischer Koppler mit einem plattenförmigen Substrat (1) mit, auf einem Oberflächenabschnitt, mindestens einem zusammenhängenden Koppelgitter (3), welches als  
15 Liniengitter mit einer Periode zwischen 100 nm und 2'500 nm ausgebildet ist, dessen Ausdehnung linienparallel mindestens 0,5 cm beträgt und das eine transparente Schicht (2) mit von dem des Substrats (1) verschiedenem Brechungsindex trägt, **dadurch**  
20 **gekennzeichnet, dass** der Absolutbetrag der Abweichung des Koppelwinkels ( $\Theta$ ) von einem Sollwert auf dem Koppelgitter (3)  $0,5^\circ$  nicht überschreitet.
37. Koppler nach Anspruch 36, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausdehnung des Koppelgitters (3) entlang der Linie  
25 mindestens 1 cm beträgt.
38. Koppler nach Anspruch 36 oder 37, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fläche des Koppelgitters (3) mindestens  $10 \text{ cm}^2$  beträgt.

39. Koppler nach einem der Ansprüche 36 bis 38, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Koppelwinkel ( $\Theta$ ) entlang der Linie des Koppelgitters (3) um höchstens  $0,1^\circ/\text{cm}$  ändert.
- 5 40. Koppler nach Anspruch 39, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Koppelwinkel ( $\Theta$ ) entlang der Linie um höchstens  $0,05^\circ/\text{cm}$  ändert.
- 10 41. Koppler nach einem der Ansprüche 36 bis 40, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Absolutbetrag der Abweichung des Koppelwinkels ( $\Theta$ ) von seinem Mittelwert auf dem Oberflächenabschnitt  $0,3^\circ$ , vorzugsweise  $0,15^\circ$  nicht überschreitet.
- 15 42. Koppler nach einem der Ansprüche 36 bis 41, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Brechungsindex der transparenten Schicht (2) zwischen 1,65 und 2,80 liegt.
- 20 43. Koppler nach einem der Ansprüche 36 bis 41, **dadurch gekennzeichnet, dass** die transparente Schicht (2) aus  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$ ,  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{HfO}_x\text{N}_y$ ,  $\text{AlO}_x\text{N}_y$ ,  $\text{TiO}_x\text{N}_y$ ,  $\text{MgF}_2$  oder  $\text{CaF}_2$  besteht.
44. Koppler nach einem der Ansprüche 36 bis 43, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dicke der transparenten Schicht (2) zwischen 50 nm und 200 nm beträgt.
- 25 45. Koppler nach einem der Ansprüche 36 bis 44, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Nut-Steg-Verhältnis des mindestens einen Koppelgitters zwischen 0,3:1 und 3:1, vorzugsweise zwischen 0,7:1 und 1,5:1 liegt.

46. Koppler nach einem der Ansprüche 36 bis 45, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gittertiefe des mindestens einen Koppelgitters (3) zwischen 5 nm und 75 nm liegt.
- 5 47. Koppler nach einem der Ansprüche 36 bis 46, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Oberflächenabschnitt mindestens zwei regelmässige Koppelgitter (3a, 3b) mit unterschiedlichen Gitterperioden trägt.
- 10 48. Koppler nach einem der Ansprüche 36 bis 47, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Oberflächenabschnitt mindestens ein unregelmässiges Koppelgitter (3) trägt, bei dem der Abstand zwischen benachbarten Gitterlinien nicht konstant ist.
- 15 49. Koppler nach Anspruch 48, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich beim unregelmässigen Koppelgitter (3) die Gitterperiode lediglich liniennormal ändert, und zwar vorzugsweise linear.
- 20 50. Vorrichtung zur Ueberwachung einer Wellenlänge mit einem Koppler (23) nach Anspruch 48 sowie mit einer unmittelbar unterhalb desselben angeordneten Detektoranordnung mit mindestens zwei Photodetektoren (33a, 33b), die liniennormal aufeinanderfolgend angeordnet sind.
- 25 51. Vorrichtung nach Anspruch 50, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Detektoranordnung relative zum Koppler (23) liniennormal verschiebbar ist.

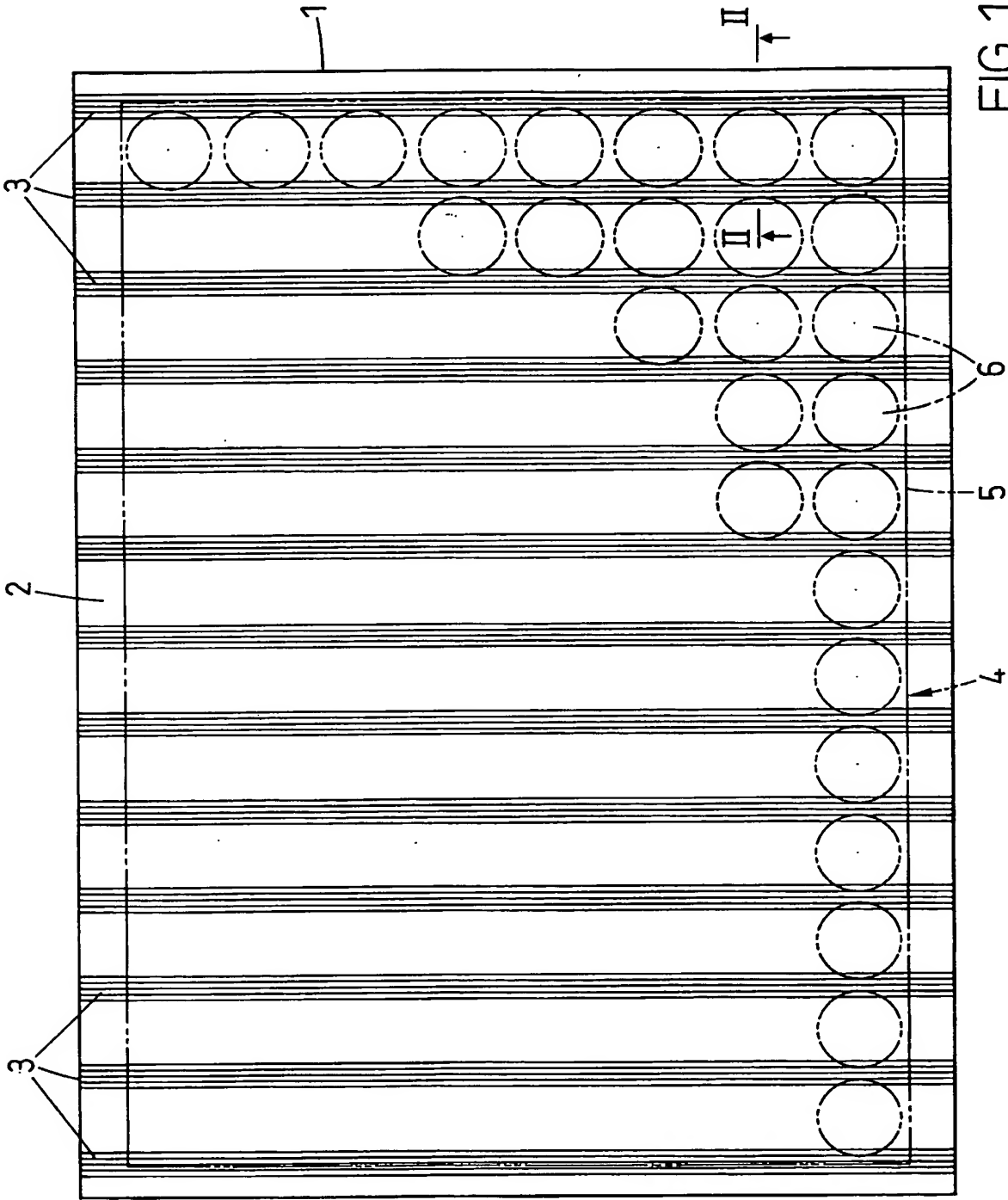


FIG. 1

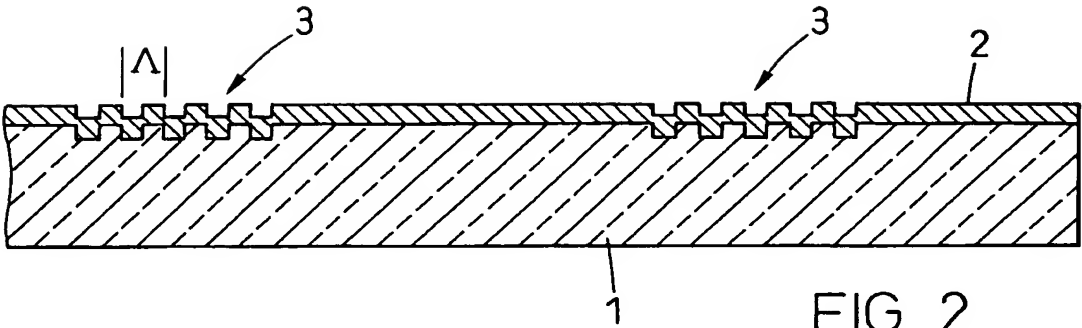


FIG. 2

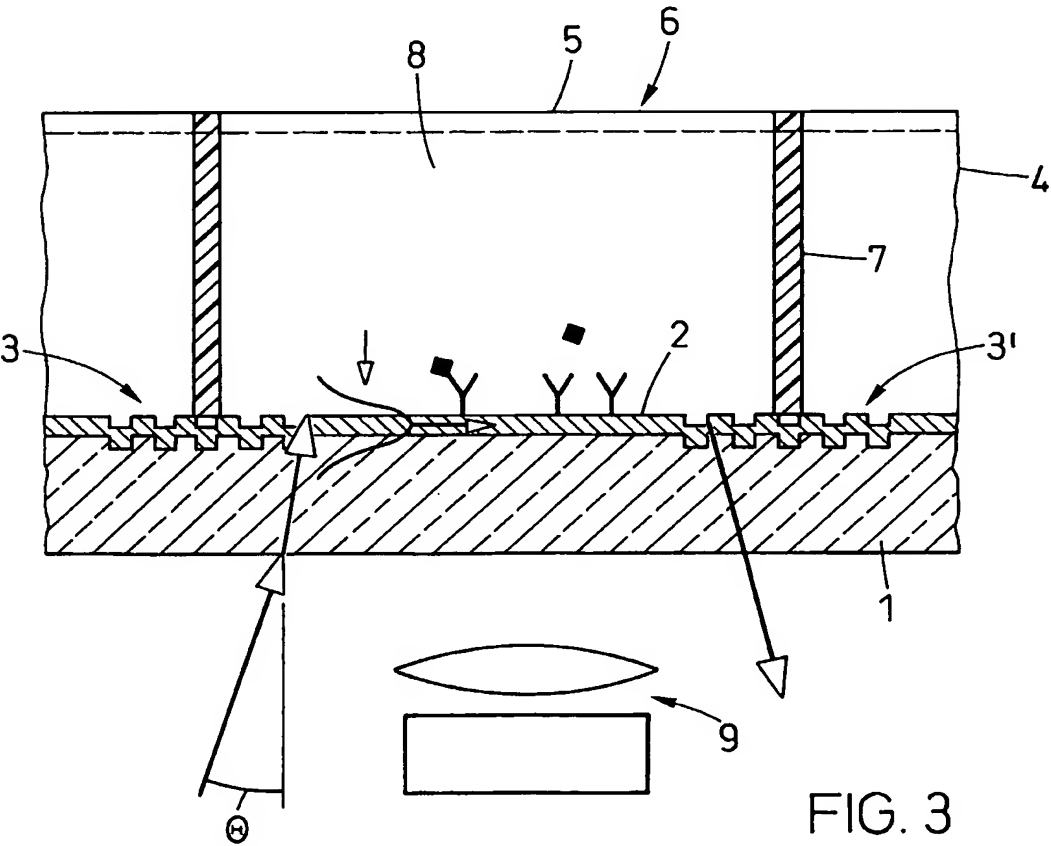


FIG. 3

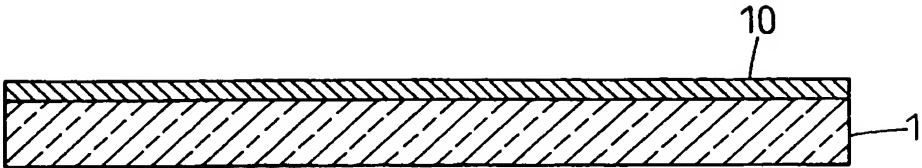


FIG. 4a

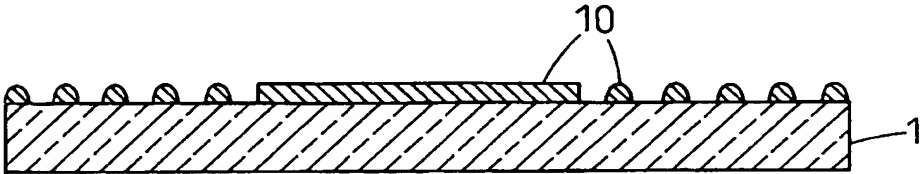


FIG. 4b

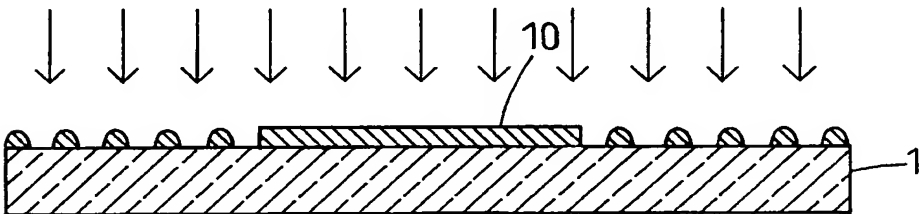


FIG. 4c

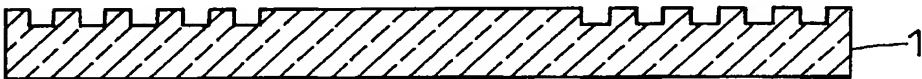


FIG. 4d

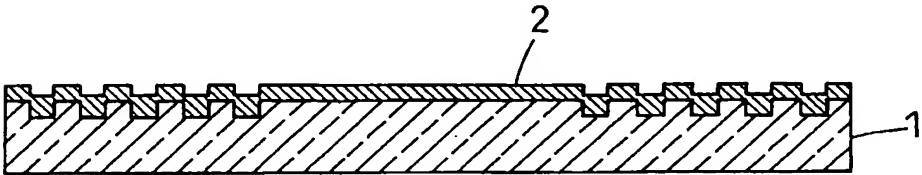
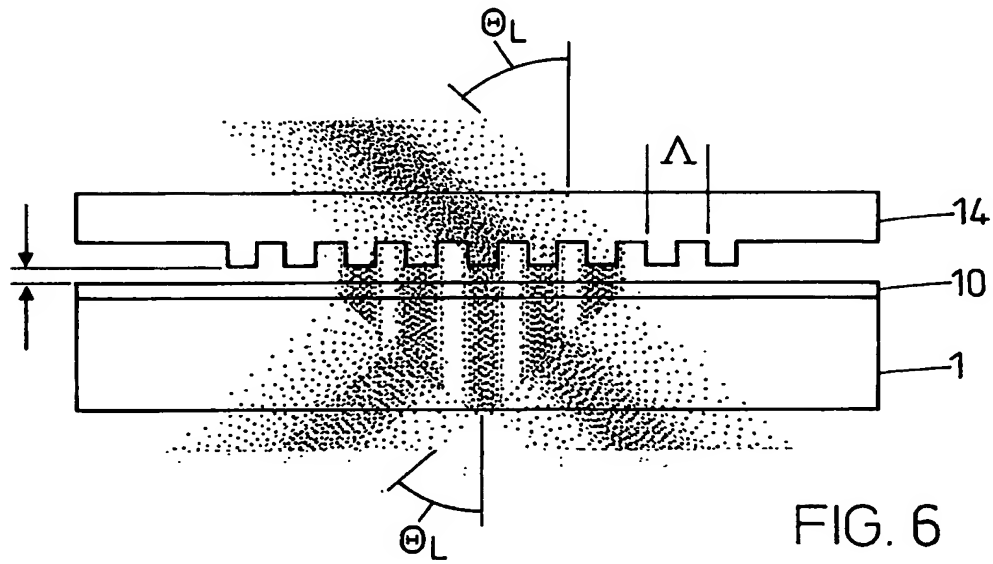
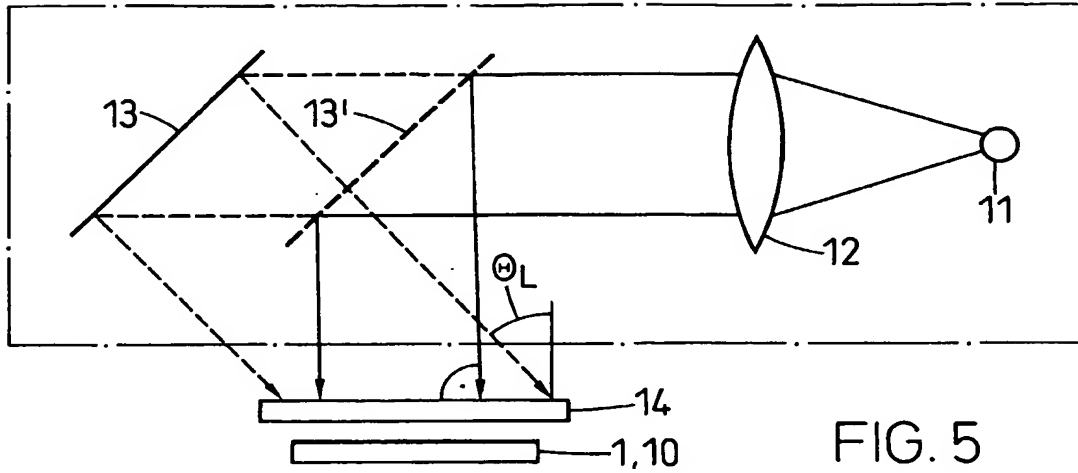


FIG. 4e





5/9

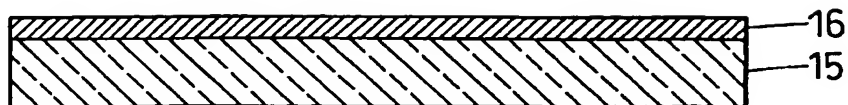


FIG. 7a



FIG. 7b



FIG. 7c

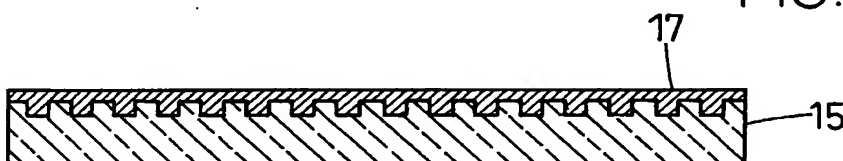


FIG. 7d

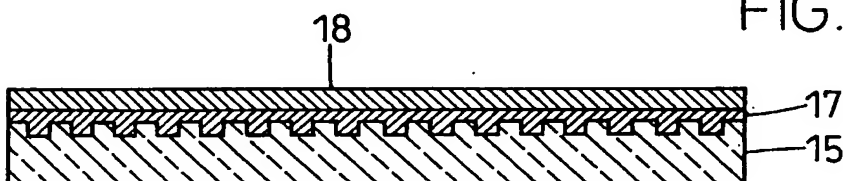


FIG. 7e

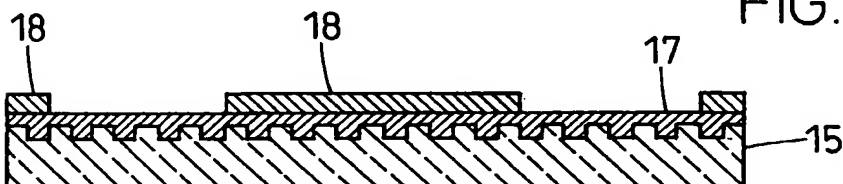


FIG. 7f

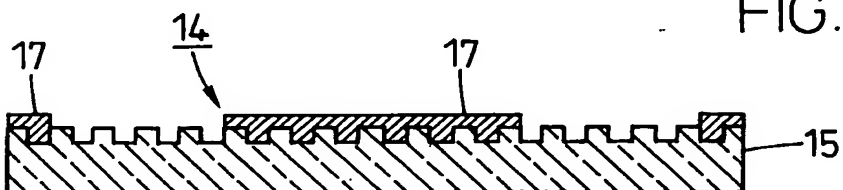


FIG. 7g

6/9

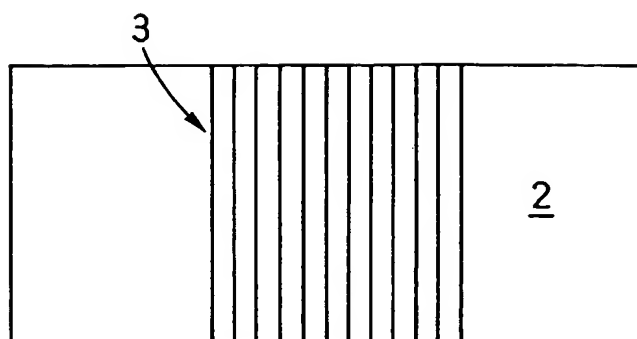


FIG. 8a

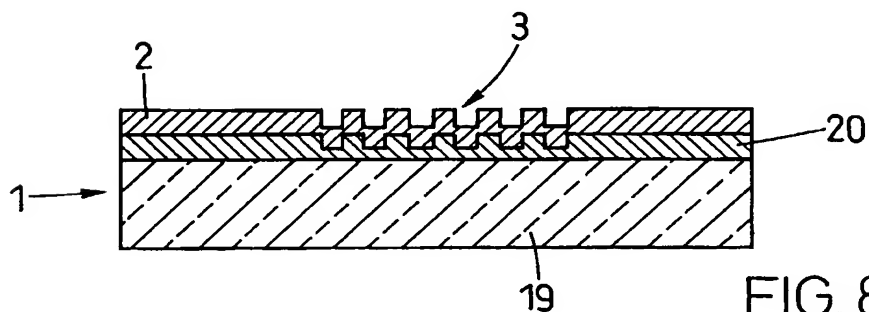


FIG. 8b

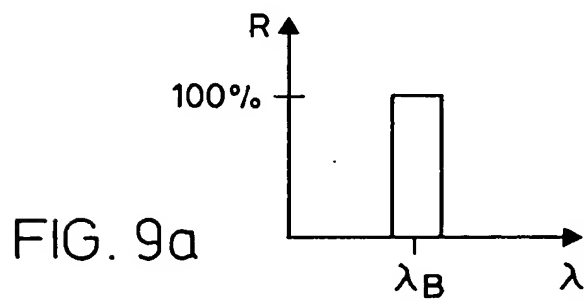


FIG. 9a

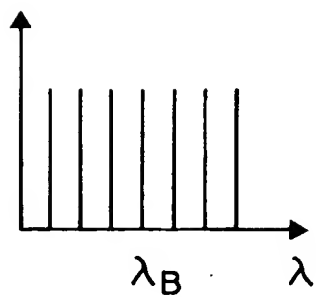


FIG. 9b

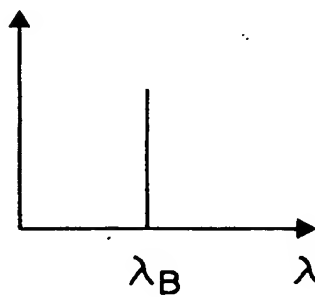


FIG. 9c

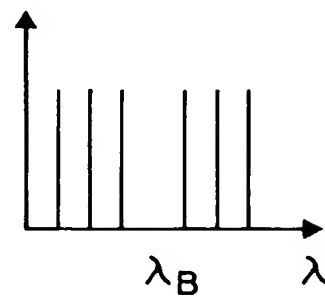
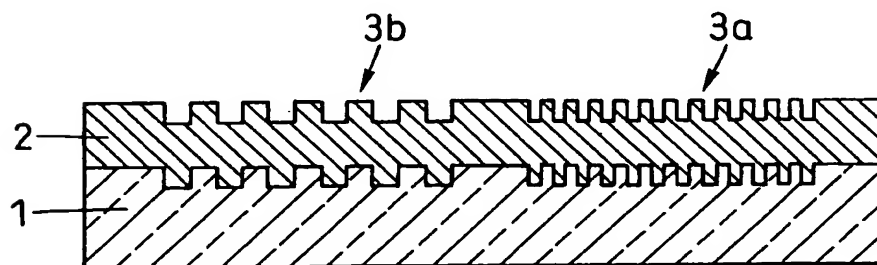
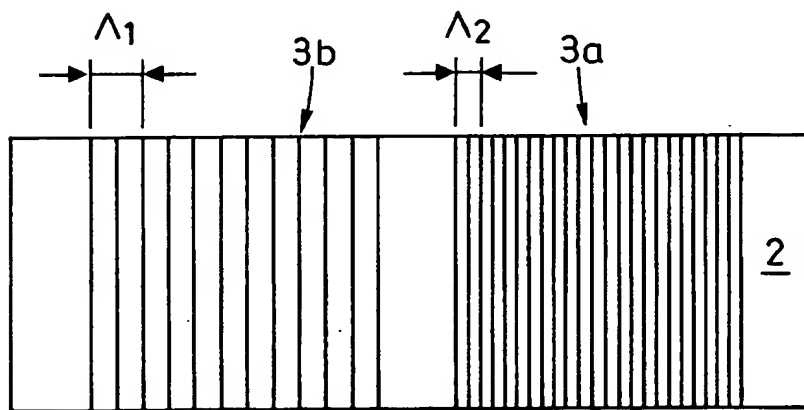
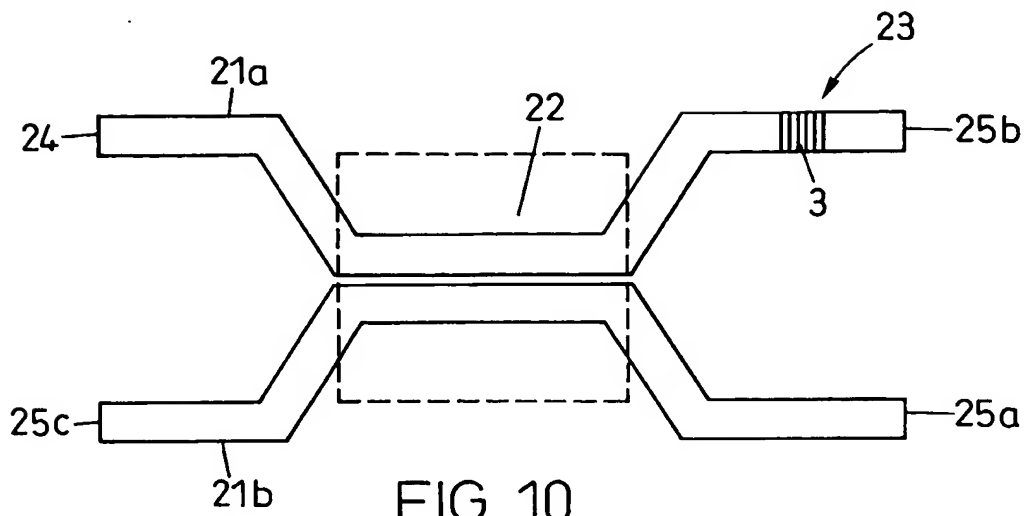
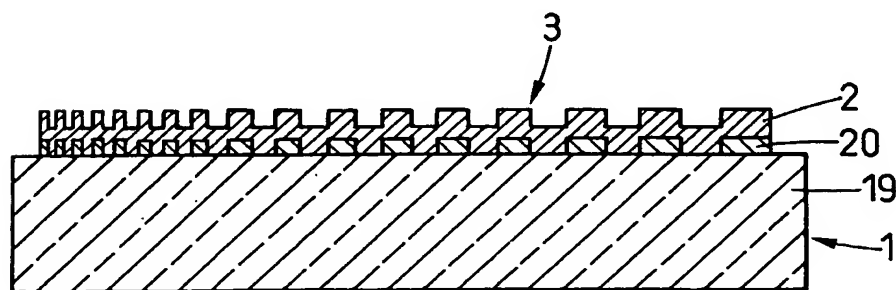
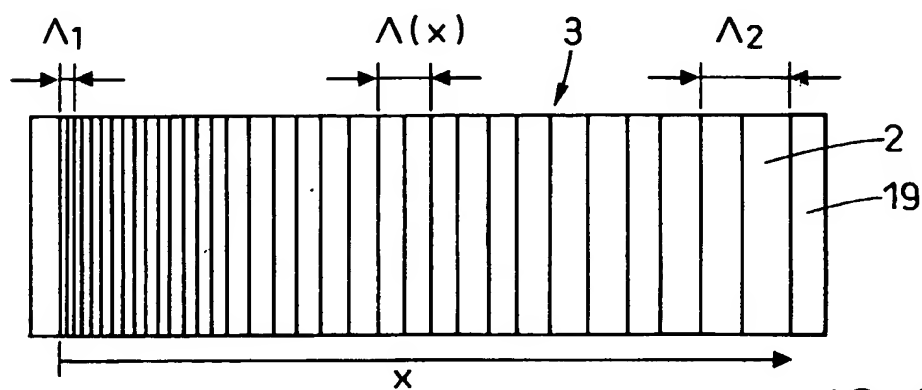
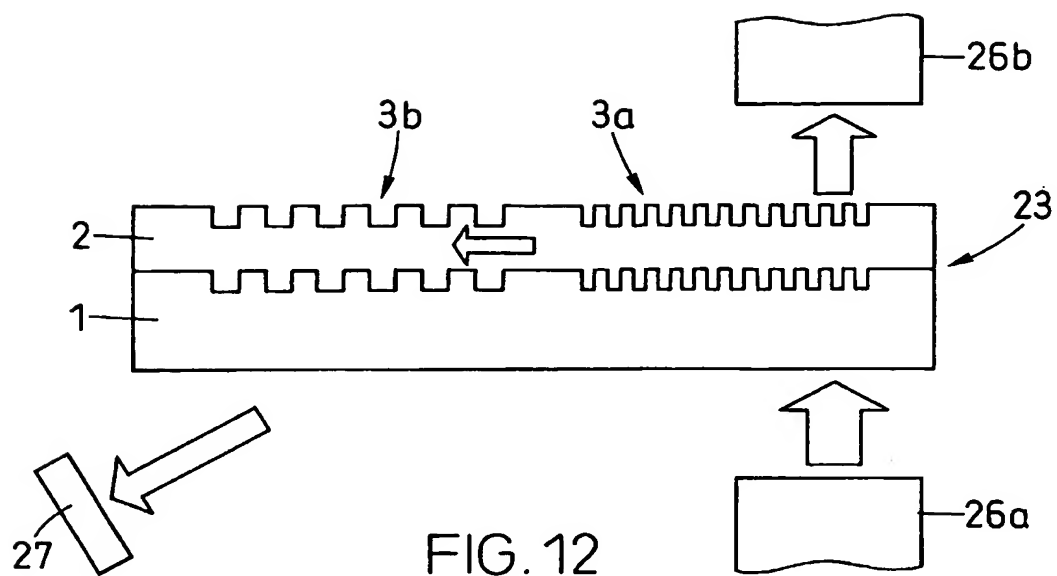


FIG. 9d

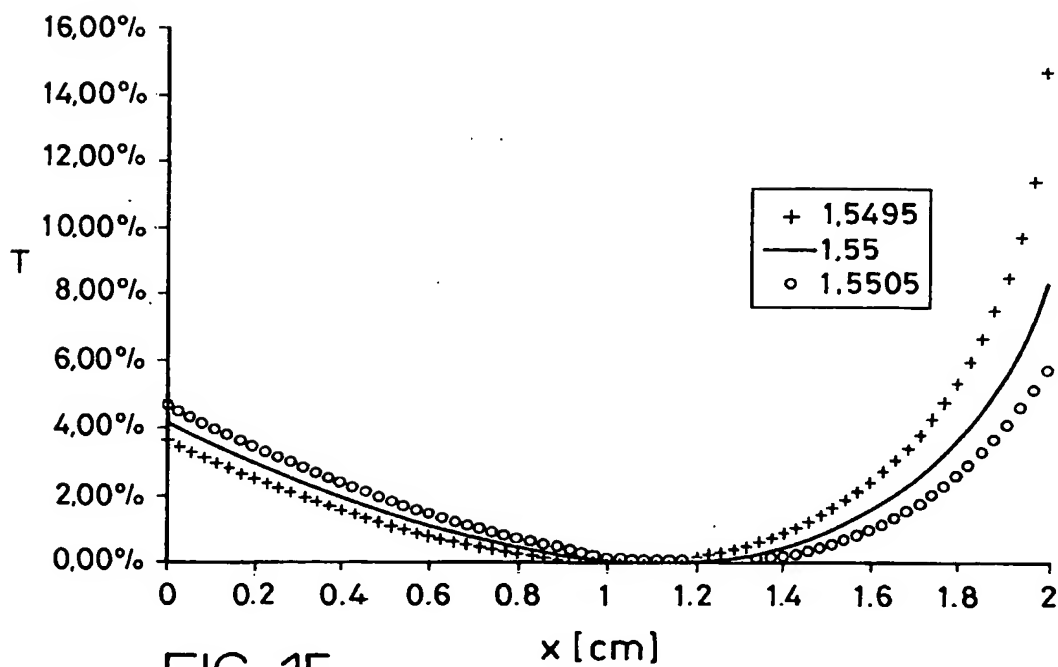
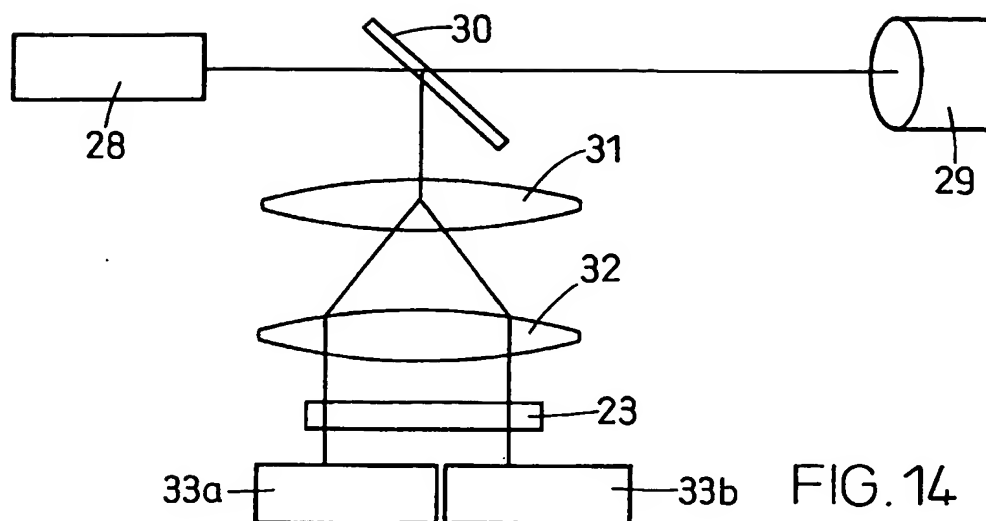
7/9



8/9



9/9



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No.

PCT/CH 01/00060

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CH 688 165 A (BALZERS) 30 May 1997 (1997-05-30) cited in the application abstract; figure 1	1,22,36
A	EP 0 602 829 A (AT&T) 22 June 1994 (1994-06-22) cited in the application abstract; figure 1	1,22,36
A	DAY R W ET AL: "FILTER-RESPONSE LINE SHAPES OF RESONANT WAVEGUIDE GRATINGS" JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY,US,IEEE. NEW YORK, vol. 14, no. 8, 1 August 1996 (1996-08-01), pages 1815-1824, XP000630977 ISSN: 0733-8724 page 1819; figure 3	1,22,36

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/CH 01/00060

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5675691	A	07-10-1997	DE 19544125 A	13-06-1996
			GB 2295904 A, B	12-06-1996
			JP 8220317 A	30-08-1996
US 5822472	A	13-10-1998	AT 172300 T	15-10-1998
			AU 2317995 A	21-12-1995
			AU 689604 B	02-04-1998
			AU 2734695 A	21-12-1995
			CA 2190362 A	07-12-1995
			CN 1149335 A	07-05-1997
			CN 1149336 A	07-05-1997
			CZ 9603471 A	11-06-1997
			CZ 9603472 A	12-03-1997
			DE 69505370 D	19-11-1998
			DE 69505370 T	01-04-1999
			WO 9533197 A	07-12-1995
			EP 0759159 A	26-02-1997
			EP 0760944 A	12-03-1997
			FI 964664 A	24-01-1997
			FI 964684 A	27-01-1997
			HU 76407 A	28-08-1997
			HU 76406 A	28-08-1997
			WO 9533198 A	07-12-1995
			JP 10501616 T	10-02-1998
			JP 10501617 T	10-02-1998
			PL 317379 A	01-04-1997
			PL 317402 A	14-04-1997
			SK 151296 A	09-07-1997
			SK 151396 A	09-07-1997
			US 5959292 A	28-09-1999
			ZA 9504325 A	27-11-1995
			ZA 9504327 A	27-11-1995
US 5738825	A	14-04-1998	DE 69420375 D	07-10-1999
			DE 69420375 T	18-05-2000
			EP 0660924 A	05-07-1995
			JP 8504955 T	28-05-1996
			WO 9503538 A	02-02-1995
CH 688165	A	30-05-1997	DE 4425798 A	02-02-1995
			FR 2708352 A	03-02-1995
			GB 2280755 A, B	08-02-1995
			JP 7140339 A	02-06-1995
EP 0602829	A	22-06-1994	US 5413884 A	09-05-1995
			JP 6265709 A	22-09-1994

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 G02B6/34

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RESEARCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte(r) Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 675 691 A (J.EDLINGER ET AL.) 7. Oktober 1997 (1997-10-07) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildung 7 ---	1,22,36
A	US 5 822 472 A (B.DANIELZIK ET AL.) 13. Oktober 1998 (1998-10-13) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	1,22,36
A	US 5 738 825 A (H.RUDIGIER ET AL.) 14. April 1998 (1998-04-14) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildungen 1-7 --- -/-	1,22,36

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. April 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/05/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5618 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Malic, K



## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
A	CH 688 165 A (BALZERS) 30. Mai 1997 (1997-05-30) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	1,22,36
A	EP 0 602 829 A (AT&T) 22. Juni 1994 (1994-06-22) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	1,22,36
A	DAY R W ET AL: "FILTER-RESPONSE LINE SHAPES OF RESONANT WAVEGUIDE GRATINGS" JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY,US,IEEE. NEW YORK, Bd. 14, Nr. 8, 1. August 1996 (1996-08-01), Seiten 1815-1824, XP000630977 ISSN: 0733-8724 Seite 1819; Abbildung 3 -----	1,22,36

# INTERNATIONAL RESEARCH REPORT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 01/00060

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5675691 A	07-10-1997	DE 19544125 A	13-06-1996
		GB 2295904 A, B	12-06-1996
		JP 8220317 A	30-08-1996
US 5822472 A	13-10-1998	AT 172300 T	15-10-1998
		AU 2317995 A	21-12-1995
		AU 689604 B	02-04-1998
		AU 2734695 A	21-12-1995
		CA 2190362 A	07-12-1995
		CN 1149335 A	07-05-1997
		CN 1149336 A	07-05-1997
		CZ 9603471 A	11-06-1997
		CZ 9603472 A	12-03-1997
		DE 69505370 D	19-11-1998
		DE 69505370 T	01-04-1999
		WO 9533197 A	07-12-1995
		EP 0759159 A	26-02-1997
		EP 0760944 A	12-03-1997
		FI 964664 A	24-01-1997
		FI 964684 A	27-01-1997
		HU 76407 A	28-08-1997
		HU 76406 A	28-08-1997
		WO 9533198 A	07-12-1995
		JP 10501616 T	10-02-1998
		JP 10501617 T	10-02-1998
		PL 317379 A	01-04-1997
		PL 317402 A	14-04-1997
		SK 151296 A	09-07-1997
		SK 151396 A	09-07-1997
		US 5959292 A	28-09-1999
		ZA 9504325 A	27-11-1995
		ZA 9504327 A	27-11-1995
US 5738825 A	14-04-1998	DE 69420375 D	07-10-1999
		DE 69420375 T	18-05-2000
		EP 0660924 A	05-07-1995
		JP 8504955 T	28-05-1996
		WO 9503538 A	02-02-1995
CH 688165 A	30-05-1997	DE 4425798 A	02-02-1995
		FR 2708352 A	03-02-1995
		GB 2280755 A, B	08-02-1995
		JP 7140339 A	02-06-1995
EP 0602829 A	22-06-1994	US 5413884 A	09-05-1995
		JP 6265709 A	22-09-1994

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern / Application No

PCT/CH 01/00060

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G02B6/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 675 691 A (J.EDLINGER ET AL.) 7 October 1997 (1997-10-07) cited in the application abstract; figure 7 ---	1, 22, 36
A	US 5 822 472 A (B.DANIELZIK ET AL.) 13 October 1998 (1998-10-13) cited in the application abstract; figure 1 ---	1, 22, 36
A	US 5 738 825 A (H.RUDIGIER ET AL.) 14 April 1998 (1998-04-14) cited in the application abstract; figures 1-7 --- -/--	1, 22, 36

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 April 2001

Date of mailing of the international search report

04/05/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Malic, K